

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-027548

(43)Date of publication of application : 27.01.1995

(51)Int.Cl.

G01B 15/00

G06T 7/00

(21)Application number : 05-173952

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.07.1993

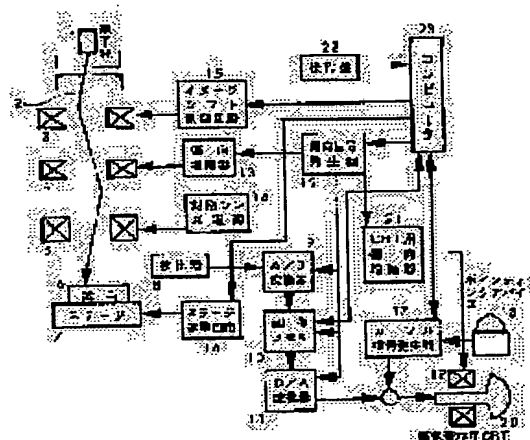
(72)Inventor : IKEGAMI TAKAHISA
IIIZUMI TAKASHI

(54) HOLE PATTERN SHAPE EVALUATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a hole pattern shape evaluating device capable of evaluating the shape of a hole pattern with high accuracy into details without being affected by noise.

CONSTITUTION: The hole pattern of a sample 6 is expansively displayed on an image display CRT 20 by an electron microscope. A cross cursor is displayed on the CRT 20 concurrently with the hole pattern image, the cross cursor is arranged at the center position of the hole pattern image by an action from a pointing device 18, and the start of measurement is instructed from an operation panel 22. A computer 23 develops the hole pattern image on the polar coordinates centering on the position of the cross cursor, detects edges from the data reduced with noise by the addition of an image on the polar coordinate developed image, and calculates the measured radius values or measured diameter values in individual angle directions of the hole pattern.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3265724

[Date of registration] 11.01.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-27548

(43) 公開日 平成7年(1995)1月27日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 B 15/00

G 0 6 T 7/00

識別記号

B

庁内整理番号

9287-5L

F I

G 0 6 F 15/ 62

4 0 5 A

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-173952

(22) 出願日 平成5年(1993)7月14日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 池上 貴久

茨城県勝田市大字市毛882番地 株式会社

日立製作所計測器事業部内

(72) 発明者 飯泉 孝

茨城県勝田市大字市毛882番地 株式会社

日立製作所計測器事業部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

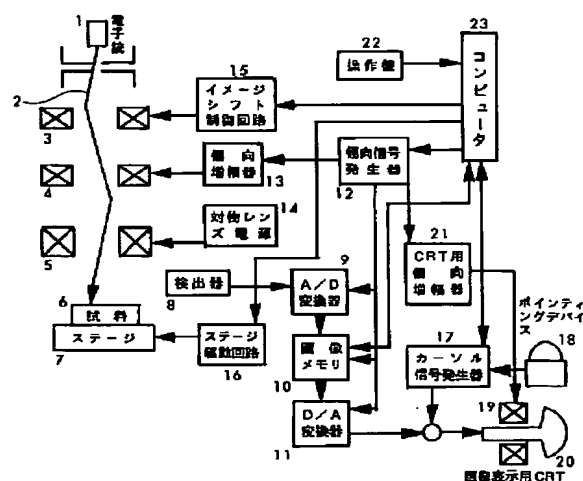
(54) 【発明の名称】 ホールパターン形状評価装置

(57) 【要約】

【目的】 ホールパターンの形状をノイズに影響されずに細部に至るまで高精度に評価できるホールパターン形状評価装置を提供すること。

【構成】 電子顕微鏡によって試料6のホールパターンを画像表示用CRT20に拡大表示する。CRT20に、ホールパターン像と同時に十字カーソルが表示され、ホールパターン像の中心位置にポインティングデバイス18からの操作により十字カーソルを配置し、操作盤22から計測の開始を指示する。コンピュータ23は、十字カーソルの位置を中心としてホールパターン像を極座標に展開し、その極座標展開画像上で画像加算によってノイズを減少させたデータよりエッジを検出し、そのホールパターンの各角度方向の測定半径値、あるいは測定直径値を算出する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】荷電粒子銃から放出された荷電粒子線を加速する手段と、その加速された荷電粒子線をコンタクトホールパターンが形成された半導体ウェーハ上で収束させる手段と、その収束された荷電粒子線を前記半導体ウェーハのコンタクトホールパターンが存在する領域上で走査する手段と、走査することにより前記半導体ウェーハ上から発生する検出信号を検出するための検出器と、その検出器の信号を像として表示する表示手段を備えたホールパターン形状評価装置において、前記表示手段の像表示面に一点を指定する手段と、その表示手段に表示された前記コンタクトホールパターンの像の中心に前記一点を前記手段により指定した場合、前記コンタクトホールパターンの像を前記一点を中心として極座標展開する手段と、その極座標展開画像上で前記ホールパターンのエッジを任意の測定点数分等間隔に検出する手段と、その手段により検出された前記測定点数分のエッジの情報をもとに前記ホールパターンの各角度方向の測定半径値、あるいは測定直径値を算出する演算手段とを備えたことを特徴とするホールパターン形状評価装置。

【請求項2】前記極座標展開画像上で角度座標方向にそって、指定された幅の画像データを加算する手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のホールパターン形状評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体ウェーハ上に形成されたコンタクトホールパターン（以下、ホールパターンと略す。）を、例えば電子顕微鏡で検知し、これをCRT上に拡大表示して、前記ホールパターンのさまざまな角度の直径値、あるいは半径値を計測するホールパターン形状評価装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェーハの製造プロセスにおいて、マスク工程を経て形成されたコンタクトホールパターンが、所定の直径値あるいは、半径値を有するか否かの検査が行われている。この場合従来にあつては、ホールパターンの拡大像からオペレータが手動によりそのホールパターンを計測していた。また、自動的にホールパターンを計測する方法としては、特開昭61-124810号公報に示されるように前記ウェーハの表面パターンを電子顕微鏡で検知し、その拡大表示されたホールパターンの画像をあるしきい値を境として2値化に変換し、そのホールパターン部分に相当する画素を計数することによってそのホールパターンの面積を測定していた。あるいは、特開昭61-265517号公報に示されるように、そのホールパターンの表示面に対して水平方向の直径値のみを測長していた。この方法は、ほぼ垂直方向に平行な2本の直線から成る線パターンのような画像において、その

水平方向の幅を測長する装置をホールパターンに使用したものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記表示手段に対して水平方向の幅を測定する従来の装置においては、ホールパターンの一方向の直径値しか測長できないため、例えばホールパターンが楕円のような場合には、ホールパターンの向きによって測長値が異なり、ホールパターン全体の形状を反映する情報を得ることが困難であった。また、ホールパターンが表示された画像を2値化に変換し、ホールパターン部分に相当する画素を計数することによって、そのホールパターンの面積を算出する装置においては、そのホールパターンのさまざまな角度の直径値や半径値を測長することはできないので、面積値のみからそのホールパターンの形状を判断することしか出来なかった。半導体のホールパターンにおいては、ホールパターンは真円ではなく、楕円形や四角形などの形として前記表示手段に表示されることもある。そのような場合、面積のみならず、そのホールパターン全体の形状を反映する情報として、さまざまな角度の半径値、及び直径値が必要である。

【0004】また、例えば電子顕微鏡による像はノイズが多く、エッジ検出がノイズにより正確に行えない場合がある。

【0005】このことから本発明の目的は、微細ホールパターンの形状をノイズに影響されず、細部に至るまで高精度に評価できるホールパターン形状評価装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】かかる目的は、前記表示手段の像表示面に一点を指定する手段と、その表示手段に表示された前記ホールパターンの像の中心に前記一点を前記手段により指定した場合、前記ホールパターンの像を前記一点を中心として極座標展開する手段と、その極座標展開画像上で前記ホールパターンのエッジを任意の測定点数分等間隔に検出する手段と、この手段により検出された前記測定点数分のエッジの情報をもとに前記ホールパターンの各角度方向の測定半径値、あるいは測定直径値を算出する演算手段と前記極座標展開画像上で角度座標方向にそって、指定された幅の画像データを加算する手段とを提供することで達成される。

【0007】

【作用】以上のように、本発明によればホールパターンが真円ではなく、楕円形や四角形などの場合においても、そのホールパターンの中心を指定するだけで、さまざまな角度の半径値、直径値を得ることができ、その微細ホールパターンの形状をノイズに影響されず、細部に至るまで高精度に評価することができる。

【0008】

【実施例】以下、図面に基づき本発明の実施例を説明す

る。図1は、本発明によるホールパターン形状評価装置の一実施例を示す概略システム図である。電子銃1より放射された電子ビーム2は、対物レンズ5により細く絞られ試料6（ホールパターンを有した半導体ウェーハ）に照射される。対物レンズ5は対物レンズ電源14により励磁される。また、偏向信号発生器12によって発生する偏向信号は偏向増幅器13によって偏向コイル4を励磁し、電子ビーム2を試料6上で二次元走査する。

【0009】また、試料6に入射した電子ビーム2により発生した信号（二次電子信号、反射電子信号など）は、検出器8により電気信号に変換されA/D変換器9によってアナログ信号からデジタル信号に変換され、画像メモリ10に記憶される。この画像メモリ10の内容は、D/A変換器11によりデジタル信号からアナログ信号に変換され、画像表示用CRT（陰極線管）20の輝度信号としてグリッドに引加される。この時、A/D変換器9、画像メモリ10、D/A変換器11は、A/D変換して記憶し、更にD/A変換して画像表示するためのタイミング信号を偏向信号発生器12より受け取る。画像表示用CRT20の偏向コイル19は、偏向信号発生器12の偏向信号をもとにCRT用偏向増幅器21によって励磁される。

【0010】一方、試料6（コンタクトホールパターンの形成された半導体ウェーハ）を載せているステージ7は、ステージ駆動回路16により移動され、それによって電子ビーム2の試料6上の走査位置が変化し画像表示用CRT20の視野が移動する。同様の視野移動は、イメージシフト制御回路15によってイメージシフトコイル3が励磁され、電子ビーム2の試料6上の走査位置がオフセットされることによっても行える。これらの視野移動の移動量は、コンピュータ23によって制御される。

【0011】また、カーソル信号発生器17の信号は、ポインティングデバイス18（例えばトラックボール）またはコンピュータ23からの信号によって変化し、画*

$$dx = Ox - X$$

$$dy = Oy - Y$$

求められた移動量は、視野移動信号としてステージ駆動回路16、あるいはイメージシフト制御回路15に送られ、ホールパターン像24の中心が（Ox, Oy）に一致するように視野が移動する。次に、コンピュータ23は座標（Ox, Oy）から距離（R）内に存在する座標の画像データを画像メモリ10から読み取り、中心位置を（Ox, Oy）として画像データを極座標展開し、展開された画像データをコンピュータ23内のメモリに記憶する。図3は、極座標展開された画像を示す。横軸が座標（Ox, Oy）を中心とする半径座標26を、縦軸※

$$D = 360 / N$$

次に、前記極座標展開画像において、角度座標27の方向に沿って前記画像加算角度（S）で示される幅の領域

* 像表示用CRT20上に表示されるカーソルの表示位置を変化させる。コンピュータ23は、カーソル信号発生器17の状態から画像表示用CRT20上のカーソルの位置情報を（X, Y）座標値として取得できる。さらに操作盤22によりコンピュータ23にデータの入力を行う。

【0012】ところで、コンピュータ23は画像表示用CRT20の中心座標（Ox, Oy）から距離（R）内に存在する座標の画像データを画像メモリ10から読み取り、中心位置を（Ox, Oy）として読み取った画像データを極座標展開し、展開された画像をコンピュータ23内のメモリに記憶するという機能も有する。ただし、（R）値は、座標（Ox, Oy）位置からモニタのどの周囲部分までの距離よりも小さい値である。

【0013】このようなシステム構成を有するホールパターン形状評価装置において、ホールパターンの計測方法を以下に説明する。

【0014】まず、操作盤22により、画像加算角度（S）及び測定点数（N）を設定する。（Sは0から360までの整数値をとる。また、Nは偶数値をとり、N/2は測長される直径数を表す。）コンタクトホールパターン像24が画像表示用CRT20に表示された状態を図2に示す。図2において、コンタクトホールパターン像24と同時に十字カーソル25が表示されており、コンタクトホールパターン像24のほぼ中心位置にポインティングデバイス18からの操作により十字カーソル25を配置し、操作盤22から計測の開始を指示する。以後の動作は全て自動的に行われる。

【0015】コンピュータ23は十字カーソル25の座標を（X, Y）として読み込み、この値と画像表示用CRT20の中心座標（Ox, Oy）の値から、十字カーソルで指定した位置を画像表示用CRT20の中心位置に移動させる移動量（dx, dy）を次式により求める。

【0016】

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

※が座標（Ox, Oy）を中心とする角度座標27を示す。ホールパターン像24のエッジ（輪郭線）は、極座標展開画像上では直線に近い形状のエッジ（輪郭線）28となる。極座標展開画像上で従来の技術と同様に一方のエッジ検出を行えば、容易にホールパターン像24のエッジを放射状に検出することができる。

【0017】以下、画像データの加算方法について説明する。コンピュータ23は、前記測定点数（N）を用いて間隔角度（D）を次式により算出する。

【0018】

$$\dots (3)$$

（例えば図3の斜線部領域29）をライン加算し、一次元の信号を得る。前記領域を前記間隔角度（D）ずつ合

計N回ずらしながら、同様の処理によって合計N個の一次元の信号を得る。以上のライン加算の処理は、極座標展開される前の元の画像上においては、中心を(O_x , O_y)として半径を(R)、中心角を(S)で示す扇型の領域の画像を前記間隔角度(D)ずつずらしながら加算することに相当する。画像のライン加算は、一次元信号のノイズを少なくするために行うが、極座標展開する前の元の画像上で水平あるいは垂直方向にライン加算を行うと、ホールパターンのように曲率をもったエッジ(輪郭線)の場合は、一次元データにエッジの情報が正確に反映されない。画像データを上記のように扇型に加算すると、エッジの曲率に沿って加算することになる。次に、それぞれの一次元の信号に対する信号処理によって個々のエッジ位置が検出される。以下、そのエッジ検出の方法を説明する。

*

$$\theta_i = D \times (i - 1) + S / 2 \quad \dots (4)$$

画像表示用CRT10上でのそれぞれN個のエッジ位置

(x_i , y_i)は、次式のように表される。

*

$$x_i = r_i \times \cos(\theta_i) + O_x \quad \dots (5)$$

$$y_i = r_i \times \sin(\theta_i) + O_y \quad \dots (6)$$

なお、(x_i , y_i)は、整数値となるように四捨五入する。コンピュータ23は、画像表示用CRT20上の(x_i , y_i)の座標位置にホールパターン像24と重ねて、小さなクロスマーク30をN個表示する。図6は、Nが8の場合の表示例を示す。

【0022】以下に、上記のようにエッジ検出されたホールパターン像24の画素単位の個々のN個の半径値、個々の($N/2$)個の直径値、面積値(ARE)及び、平均半径値(RAD)の算出方法を説明する。

【0023】まず、N個の半径値は、 r_i (i は1から★30

$$\sum r_i^2 \times (\sin D) / 2 \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad \dots (7)$$

一方、平均半径値(RAD)を使って上記と同様に計算した近似面積は、次式のようにになる。

☆

$$N \times (RAD)^2 \times (\sin D) / 2 \quad \dots (8)$$

これら両者((7)と(8))の近似面積がほぼ等しいと置く。

◆

$$RAD^2 = \sum r_i^2 / N \quad \dots (9)$$

(9)式のように、(RAD)は、等角度(D)ずつずれた方向のそれぞれの半径値(r_i)を二乗した値の相加平均を求め、その値の平方根をとった値に近似的に等

★40

$$ARE = \pi \times RAD^2$$

面積値(ARE)、平均半径値(RAD)は、前記測定点数(N)が大きいほど真値に近くなる。前記十字カーソル25の配置位置が前記コンタクトホールパターン24の真の中心位置からずれていても、単に測定された前記N個の半径値(r_i)の平均をとるのではなく、近似面積から平均半径値(RAD)を導くので、十字カーソル25の位置による平均半径値(RAD)の誤差は小さい。よって、平均半径値あるいは、平均直径値のみを必要とする場合は、中心の指定を正確に行う必要はない。

50

*【0019】図4は、ライン加算によって得られる典型的な信号波形を示す。この信号波形でホールパターン24のエッジ位置をEで表す。Eより左側の領域はホールパターン24の中心よりの領域を、逆にEより右側の領域は外側の領域を示す。次にコンピュータ23は、前記信号波形を微分し、微分信号の最大値の位置を検出する。得られる微分信号波形を図5に示す。微分信号波形上で最大値の位置が図4の信号波形上のEの位置に一致する。上記のようにしてi番目(ただし、iは1からNまでの整数値)の信号波形より検出されたエッジ位置の半径座標を(r_i)、角度座標を(θ_i)とする。(θ_i)は、ライン加算された幅の中間の位置とするので、次式のように表される。

【0020】

*【0021】

★Nまでの整数値)で表される。N/2個の直径値は、互いに反対方向の半径値を足した値、すなわち($r_i + r_j$) (ただし、iは1からN/2までの整数値、 $j = i + N/2$)で表される。また、平均半径値(RAD)についてであるが、前記ホールパターンの面積を前記間隔角度Dで区切られた三角形の面積(例えば図7の斜線部分の三角形の領域)の合計値と近似的にみなすと、近似面積は、次式のようにになる。

【0024】

☆【0025】

◆【0026】

*しい。さらに前記ホールパターンの面積は、近似的に次式によって求められる。

【0027】

$$\dots (10)$$

また、平均半径値(RAD)を2倍すると平均直径値が算出される。

【0028】以上のようにホールパターンを指定された一点を中心として放射状にエッジ検出すると、ホールパターンの水平あるいは垂直方向の測長値だけでなく、さまざまな角度方向の測長値を知ることができる。また、いろいろな角度方向の測長値からそのホールパターンの全体形状を評価することができる。さらに、例えば楕円形のようなホールパターン像を画像表示用CRTに対し

て一方向のみ測長する場合は、そのホールパターン像の向きによって測長値が異なるが、そのホールパターンの面積値や平均直径値及び平均半径値は一定である。

【0029】前記実施例において、画像表示用CRT 20に十字カーソル25を指定する手段は、例えばトラックボールのようなポインティングデバイス18であったが、これは、マウスや矢印キーなどでも良い。また、十字カーソル25や検出されたエッジ位置を表示するクロスマーク30の代わりに矢印や点でもよい。また、ホールパターン24の中心位置を十字カーソル25で指定した後、その位置が画像表示用CRT 20の中心座標(Ox, Oy)に一致するようにイメージシフトしているが、イメージシフトせずに指定された位置座標を中心としてコンピュータ23により極座標展開を行ってもよい。しかしその場合、極座標展開する範囲の半径値(R)の値を調整するなどの工夫により展開範囲が画像表示用CRT 20の範囲を越えないようにしなければならない。

【0030】

【発明の効果】以上、詳述したように、本発明によれば 20
ホールパターンが真円ではなく、楕円形や四角形などの場合においても、さまざまな角度の半径値、直径値をノ*

*イズに影響されずに得ることができ、その微細ホールパターンの形状を細部に至るまで高精度に評価することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるホールパターン形状評価装置の一実施例を示す概略システム図である。

【図2】画像表示用CRTに表示されたホールパターン像の中心位置にポインティングデバイスからの操作により十字カーソルを配置した場合の画面図である。

10 【図3】極座標展開された画像を示す図である。

【図4】ライン加算によって得られる典型的な信号波形図である。

【図5】図4の信号波形を微分した信号の波形図である。

【図6】画像表示用CRTにホールパターン像と同時に検出されたエッジ位置を小さなクロスマークで表示した画面図である。

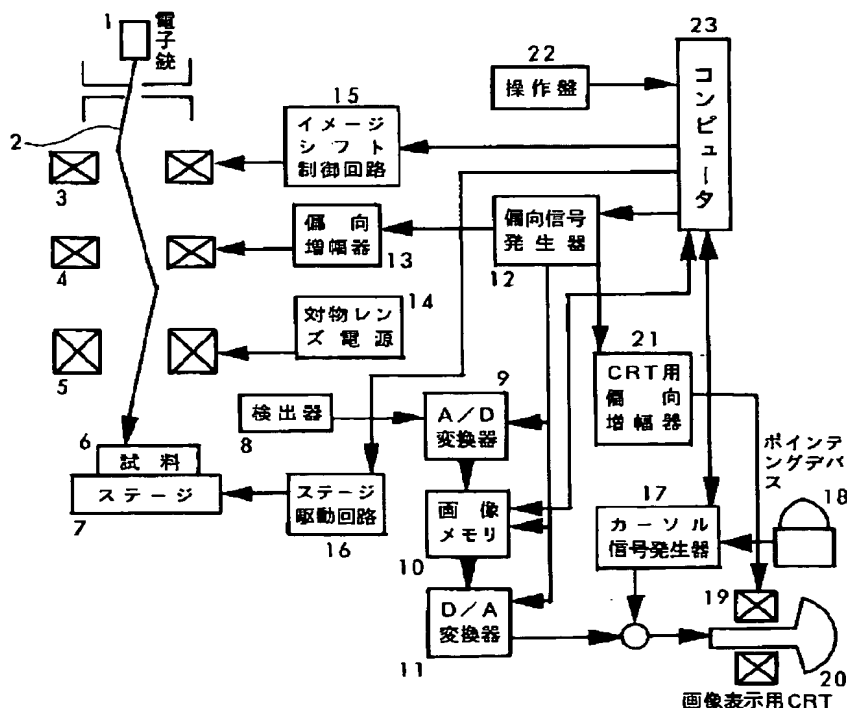
【図7】隣合う半径で囲まれた三角形の領域を示す図である。

【符号の説明】

18…ポインティングデバイス、23…コンピュータ、
24…ホールパターン像、25…十字カーソル。

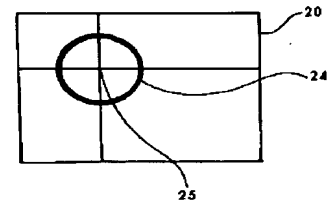
【図1】

図 1



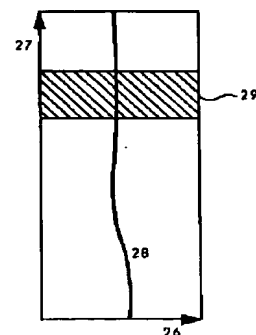
【図2】

図 2

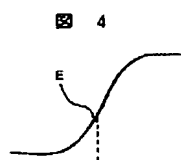


【図3】

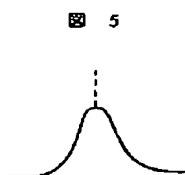
図 3



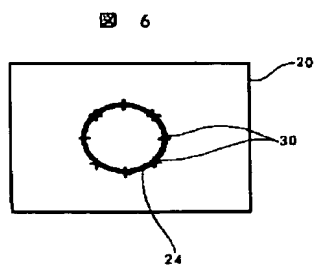
【図4】



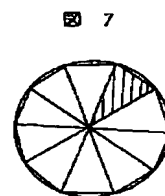
【図5】



【図6】



【図7】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第1区分
 【発行日】平成11年(1999)12月24日

【公開番号】特開平7-27548
 【公開日】平成7年(1995)1月27日
 【年通号数】公開特許公報7-276
 【出願番号】特願平5-173952
 【国際特許分類第6版】

G01B 15/00
 G06T 7/00

【F I】

G01B 15/00 B
 G06F 15/62 405 A

【手続補正書】

【提出日】平成11年3月31日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】荷電粒子線装置

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】荷電粒子銃から放出された荷電粒子線を加速する手段と、その加速された荷電粒子線をコンタクトホールパターンが形成された半導体ウェーハ上で収束させる手段と、その収束された荷電粒子線を前記半導体ウェーハのコンタクトホールパターンが存在する領域上で走査する手段と、走査することにより前記半導体ウェーハ上から発生する検出信号を検出するための検出器と、その検出器の信号を像として表示する表示手段を備えた荷電粒子線装置において、前記表示手段の像表示面に一点を指定する手段と、その

表示手段に表示された前記コンタクトホールパターンの像の中心に前記一点を前記手段により指定した場合、前記コンタクトホールパターンの像を前記一点を中心として極座標展開する手段と、その極座標展開画像上で前記ホールパターンのエッジを任意の測定点数分等間隔に検出する手段と、その手段により検出された前記測定点数分のエッジの情報をもとに前記ホールパターンの各角度方向の測定半径値、あるいは測定直径値を算出する演算手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項2】前記極座標展開画像上で角度座標方向にそって、指定された幅の画像データを加算する手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の荷電粒子線装置。

【請求項3】試料に荷電粒子線を走査し、当該試料から発生する荷電粒子に基づいて試料像を形成する荷電粒子線装置において、指定箇所を基準として複数方向への測長を実行する手段を備えたことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項4】試料に荷電粒子線を走査して得られた試料像を表示する表示装置を備えた荷電粒子線装置において、前記試料像の特定領域の面積、半径、及び/又は直径を求める手段を備えたことを特徴とする荷電粒子線装置。